

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する電池充電装置において、

リチウムイオン二次電池を満充電するときの充電電圧よりも低い所定電圧を充電電圧として生成する電圧生成手段と、

リチウムイオン二次電池の端子電圧を検出すると共に、検出された端子電圧が前記所定電圧に達したか否かを監視する電圧監視手段と、

この電子監視手段によって端子電圧が所定電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を停止する充電制御手段とを具備し、リチウムイオン二次電池が満充電される前に充電を停止することによって充電量を抑制するようにしたことを特徴とする電池充電装置。

【請求項 2】前記電圧監視手段は、リチウムイオン二次電池の端子電圧を検出すると共に、検出された端子電圧が前記所定電圧に達したか否かを監視すると共に、予め決められている充電開始電圧に達したか否かを監視し、前記充電制御手段は、前記電圧監視手段によって端子電圧が所定電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を停止し、前記充電開始電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を開始するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の電池充電装置。

【請求項 3】前記出力手段はリチウムイオン二次電池を満充電するときの充電電圧あるいはこの充電電圧よりも低い所定電圧を第 1 の充電電圧として生成出力すると共に、この第 1 の充電電圧よりも低い所定電圧を第 2 の充電電圧として生成出力し、

前記第 1 の充電電圧、第 2 の充電電圧の何れか一方を選択する選択手段を設け、

この選択手段によって選択された充電電圧でリチウムイオン二次電池を充電することにより、選択された充電電圧に応じた充電量でリチウムイオン二次電池を充電するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の電池充電装置。

【請求項 4】前記選択手段は、外部スイッチ手段のスイッチング動作に応答して第 1 の充電電圧、第 2 の充電電圧の何れか一方を選択するようにしたことを特徴とする請求項 3 記載の電池充電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、リチウムイオン二次電池を充電する電池充電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、リチウムイオン二次電池の充電方法は、定電流定電圧充電であり図 9 はその充電特性を例示したもので、(A) は充電電圧 (V) / 充電量

(%) と時間 (h) との関係を示し、また (B) は充電

2

電流 (A) と時間 (h) との関係を示している。ここで、リチウムイオン二次電池を最大充電電圧 4.2 V、1 A の定電流で充電を行うとき、充電開始から約 1 時間で充電量は、満充電時の約 80% に達し、その後、定電圧充電に移行し、充電電流は減少してゆき、充電開始から約 2.5 時間経過後に充電量は 100% に達し、充電完了となる。なお、図 9 は単セル / 約 1 C 充電の場合を例示したものである。ところで、リチウムイオン二次電池の特徴として、Ni 電池系にみられるメモリ効果が生じないことが挙げられ、浅い放電と充電を繰り返しても、放電特性には変化がみられない。しかしながら、物性的に高い電圧状態 (満充電状態など) を継続してしまうと、電池内部での反応が進み、放電容量が減少してしまう。図 10 は放電容量 (%) と期間 (year) との関係を示した定格連続充電時の放電容量劣化特性図である。このような放電容量の減少は、電池放電容量の非可逆劣化であり、再充電を行っても放電容量は回復しない。なお、一般に 100% 充電時における減少率は、半年経過毎に約 8% である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このように充電量 100% の連続充電を行ったり、放電期間が長いような使用方法では、放電容量が減少してしまい、実際の使用時間もこれによって極端に短くなるという欠点があった。すなわち、図 11 (A) は容量率 (%) と期間 (year) との関係を示し、また (B) は実使用時間率と期間 (year) との関係を示した図で、100% 充電による容量率の経年変化および実使用率の経年変化は図示の如く低くなる。なお、図 11 (B) において、図中、カッコ内の数値は容量 100% 時の使用時間を 40 時間と仮定した場合の時間を示している。この発明の課題は、リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する際にその充電量を制御することで、放電容量の減少を必要最低限に抑えて電池の長寿命化を実現できるようにすることである。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明の手段は次の通りである。請求項 1 記載の発明は、リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する電池充電装置において、リチウムイオン二次電池を満充電するときの充電電圧よりも低い所定電圧を充電電圧として生成する電圧生成手段と、リチウムイオン二次電池の端子電圧を検出すると共に、検出された端子電圧が前記所定電圧に達したか否かを監視する電圧監視手段と、この電子監視手段によって端子電圧が所定電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を停止する充電制御手段とを具備し、リチウムイオン二次電池が満充電される前に充電を停止することによって充電量を抑制するようにしたことを特徴とするものである。なお、前記電圧監視手段は、リチウムイオン二次電池の端子電

3

圧を検出すると共に、検出された端子電圧が前記所定電圧に達したか否かを監視すると共に、予め決められている充電開始電圧に達したか否かを監視し、前記充電制御手段は、前記電圧監視手段によって端子電圧が所定電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を停止し、前記充電開始電圧に達したことが検出された際に、リチウムイオン二次電池への充電を開始するようにしてもよい。また、前記出力手段はリチウムイオン二次電池を満充電するときの充電電圧あるいはこの充電電圧よりも低い所定電圧を第1の充電電圧として生成出力すると共に、この第1の充電電圧よりも低い所定電圧を第2の充電電圧として生成出力し、前記第1の充電電圧、第2の充電電圧の何れか一方を選択する選択手段を設け、この選択手段によって選択された充電電圧でリチウムイオン二次電池を充電することにより、選択された充電電圧に応じた充電量でリチウムイオン二次電池を充電するようにしてもよい。この場合、前記選択手段は、外部スイッチ手段のスイッチング動作にตอบสนองして第1の充電電圧、第2の充電電圧の何れか一方を選択するようにしてもよい。

【0005】請求項1記載の発明においては、リチウムイオン二次電池を満充電（100%充電）するときの充電電圧（例えば4.2V）よりも低い所定電圧（例えば、3.85V）でリチウムイオン二次電池を充電している場合に、リチウムイオン二次電池の端子電圧が所定電圧に達したことが検出されると、その時点で充電が停止され、これによってリチウムイオン二次電池の充電量は満充電時よりも抑えられ、例えば50%充電となる。したがって、リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する際にその充電量を制御することで、³⁰ 放電容量の減少を必要最低限に抑えて電池の長寿命化を実現することができる。

【0006】

【発明の実施の形態】

（第1実施形態）以下、この発明の第1実施形態を図1～図5を参照して説明する。図1はリチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する電池充電装置の構成を概念的に示したブロック回路図である。定電流定電圧回路1は電力供給源PWの出力に基づいてリチウムイオン二次電池BTを定電流定電圧制御によって充電⁴⁰するもので、リチウムイオン二次電池BTを100%充電するときの充電電圧を4.2Vとすると、この充電電圧よりも低い3.85Vの電圧を最大充電電圧として生成出力する。すなわち、リチウムイオン二次電池BTの特性として充電電圧が0.1V低下すると、充電量が10%以下低下することを利用し、最終的な充電量が満充電時の50%を越えないように最大充電電圧が3.85Vに設定されており、この最大充電電圧3.85V、1Aの定電流でリチウムイオン二次電池BTの充電が行われる。この定電流定電圧回路1とリチウムイオン二次電⁵⁰

4

池BTとの間には充電停止／開始切替回路2が接続されており、充電停止／開始切替回路2はリチウムイオン二次電池BTへの充電回路を接続したり、遮断するスイッチング素子を有し、充電の停止／開始の切り替えを制御する。電圧検出回路3はリチウムイオン二次電池BTの端子電圧（電池電圧）の検出を行う。電圧比較回路4は電圧検出回路3によって検出された電池電圧と、予め設定されている充電停止電圧および充電開始電圧とを比較し、電池電圧が充電停止電圧あるいは充電開始電圧に達したか否かを監視する。ここで、充電停止電圧は3.85Vに設定され、また充電開始電圧は3.2Vに設定されており、電圧比較回路4は電池電圧が3.85Vに達したことを検出したときに充電停止を指示する切替信号を充電停止／開始切替回路2に与え、また電池電圧が3.2Vに達したことを検出したときに充電開始を指示する切替信号を充電停止／開始切替回路2に与える。

【0007】次にこの電池充電装置の動作を図2に示すタイムチャートにしたがって説明する。ここで、図2

（A）は電池電圧の経時的変化を示し、図2（B）は充電量の経時的変化を示した図である。いま、充電停止／開始切替回路2を構成するスイッチング素子がONされ、定電流定電圧回路1とリチウムイオン二次電池BTとが接続されている充電可能状態にあるものとする。この状態においてリチウムイオン二次電池BTへの充電が開始されると、図3に示すような充電曲線にしたがって充電が行われる。ここで、図3は図9と同様の充電特性を示したもので、図3（A）は充電量（%）、充電電圧（V）と時間（h）との関係を示し、また、図3（B）は充電電流（A）と時間（h）との関係を示したもので、充電開始から約0.5時間後に充電量はほぼ50%に達し、充電電圧3.85Vとなる。ここで、電圧検出回路3によって電池電圧3.85Vが検出されるため、電圧比較回路4は充電停止電圧との一致を検出して充電停止を指示するための切替信号を出力し、充電停止／開始切替回路2に与える。すると、充電停止／開始切替回路2内のスイッチング素子がOFFされ、定電流定電圧回路1とリチウムイオン二次電池BTとの接続を遮断する。これによって充電防止状態となる。このように電池電圧が3.85V、充電量が満充電時の50%に達するまでは充電可能状態となるが、電池電圧が3.85Vに達した時点で、充電量50%を満充電とみなして充電を停止する。このような充電停止状態において、充電量は徐々に低下してゆき、電池電圧が3.2Vまで低下すると、電圧比較回路4は充電開始電圧3.2Vとの一致を検出して充電開始を指示するための切替信号を出力し、充電停止／開始切替回路2に与える。すると、充電停止／開始切替回路2内のスイッチング素子がONされ、定電流定電圧回路1とリチウムイオン二次電池BTとが接続されるため、再び充電可能状態となる。

【0008】以上のようにこの電池充電装置において

5

は、リチウムイオン二次電池BTを満充電するときの最大充電電圧を4.2Vとしたとき、電池電圧が3.85V、充電量が満充電時の50%に達したとき、充電を停止し、電池電圧が充電開始電圧3.2Vまで低下しなければ、充電を開始しないように充電制御を行うようにしたから、経年変化による放電劣化特性は図4に示す如くなる。ここで、図10で示した従来の放電劣化特性と比較すると、この第1実施形態においては半年経過ごとに約5%放電容量が減少するが、3年経過時の放電容量は52%であるのに対し、従来では72%となるため、¹⁰ 約20%分本実施形態の方が優れている。これは満充電時の電池電圧と比較して50%充電時の電池電圧の方が低いために起る電池の特性によるものである。図5は50%充電時における容量率の経年変化および実使用時間率の変化を示したもので、従来のように満充電を行っている場合には図11で示したように実使用時間率は経年変化に伴って徐々に短くなってゆくが、本実施形態においては、50%しか充電を行わないようにしているため、見かけ上実使用時間率は変化せず、これを使用するユーザは見かけ上、常に100%電池を使用しているよ²⁰うに見える。

【0009】なお、上述した第1実施形態においては、50%充電の電圧を3.85Vとしたが、この値は電池メーカーあるいは電池の種類（品番）によって異なるため、充電電圧は50%充電を満足するものであれば3.85Vに問わない。また充電電流を1Aとしたが、電池の許容範囲であれば、任意の充電電流であってもよい。更に50%充電を例に挙げたが、60%充電、70%充電であってもよい。

【0010】（第2実施形態）以下、図6を参照してこ³⁰の発明の第2実施形態を説明する。この第2実施形態においては、リチウムイオン二次電池を使用した機器の運用において、50%充電のみでは電池容量が不足してしまうことがあるため、機器の運用に応じてリチウムイオン二次電池の充電量を適宜切り替えるようにしたものである。すなわち、リチウムイオン二次電池を内蔵した機器本体と充電装置とを常に接続して運用するものにおいては、リチウムイオン二次電池は連続充電状態となり、満充電時の電池容量の劣化を避けるために、50%充電が望ましい。逆に、リチウムイオン二次電池BTを内蔵⁴⁰した機器本体と充電装置とを切り離して運用するものにおいては、リチウムイオン二次電池BTが消耗した時点で充電を行うが、50%充電では容量不足により使用時間が短くなってしまふこともある。上述のように放電容量が大きく減少するのは電池電圧が高い状態（満充電に近い状態）で、時間が長い場合であり、リチウムイオン二次電池BTが消耗した時点で充電を行う運用の仕方では100%充電が望ましいことになる。ここで、この第2実施形態は機器の運用に応じて50%充電と100%充電とを切り替え可能としたものである。⁵⁰

6

【0011】図6は第2実施形態における電池充電装置の要部構成を示したブロック図である。この電池充電装置には2種類の100%充電用定電流定電圧回路11、50%充電用定電流定電圧回路12が設けられており、100%充電用定電流定電圧回路11、50%充電用定電流定電圧回路12は電力供給源PWの出力に基づいてリチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電するもので、100%充電用定電流定電圧回路11は通常と同様に最大充電電圧4.2V、1Aでリチウムイオン二次電池の充電を行うが、50%充電用定電流定電圧回路12は第1実施形態と同様に最大充電電圧3.85V、1Aでリチウムイオン二次電池の充電を行うもので、100%充電用定電流定電圧回路11、50%充電用定電流定電圧回路12には対応する切替スイッチ素子13、14が接続されている。この切替スイッチ13、14は充電電圧切替制御部15によってそのON/OFF動作が制御されるもので、切替スイッチ13、14がONされると対応する100%充電用定電流定電圧回路11、50%充電用定電流定電圧回路12とリチウムイオン二次電池を接続させるが、OFFされると、その接続を遮断する。充電電圧切替制御部15はソフトウェア等でプログラマブルに切替スイッチ13、14を択一的にONさせる。なお、50%充電用定電流定電圧回路12の出力側は図示省略したが、図1と同様の構成となっている。

【0012】このように機器の運用に応じ切替スイッチ13、14が択一的にONされるので、リチウムイオン二次電池に接続される定電流定電圧回路の切り替えが行われ、100%充電用定電流定電圧回路11に切り替えられた場合、4.2V、1Aによってリチウムイオン二次電池は100%充電が行われるが、50%充電用定電流定電圧回路12に切り替えられた場合、3.85V、1Aによってリチウムイオン二次電池の充電量を50%充電に抑えることができる。このように機器の運用によって充電量を制御することが可能となる。

【0013】（第3実施形態）以下、図7、図8を参照してこの発明の第3実施形態を説明する。図7は電池充電装置の要部構成を示したブロック図で、図6に示す第2実施形態の電池充電装置に、100%充電開始スイッチ16を追加したもので、その他は図6と同様の構成となっている。すなわち、機器の運用に応じてユーザが任意に充電量の切り替えをスイッチ操作によって指示できるようにしたもので、100%充電開始スイッチ16がONされた場合、充電電圧切替制御部15は切替スイッチ13をONさせ、切替スイッチ14をOFFさせることで、50%充電から100%充電への切り替えを行う。図8はこのような充電切り替えによる充電特性を示したもので、通常は50%充電が行われ、充電電圧は3.85Vであるが、100%充電開始スイッチ16がONされると、100%充電用の4.2Vに切り替わる

7

ため、充電電流が増加し、除々に電池電圧が上昇する。この場合、充電量が約 90% に至るまで約 1 時間、満充電までに約 2 時間となる。このように構成された第 2 実施形態においても上述した第 1 実施形態と同様の効果を有する他に、ユーザによって充電量の切り替えが可能となる。なお、上述した第 2 および第 3 実施形態においては、100% 充電と 50% 充電の 2 つの充電方式の切り替えを行ったが、充電量は例えば 70% 充電、80% 充電などであってもよく、更にその切り替え数も 3 以上であってよい。また、機器本体と充電装置とを分離するものに限らず、機器本体に充電装置を内蔵したものであってもよく、また、本体を介さずにリチウムイオン二次電池単体に対して充電制御を行ってもよい。

【0014】

【発明の効果】この発明によれば、リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する際にその充電量を制御することで、放電容量の減少を必要最低限に抑えて電池の長寿命化を実現することができ、更に、実際に使用するユーザに電池の劣化を感じさせることがないという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】リチウムイオン二次電池を定電流定電圧制御によって充電する電池充電装置の構成を概念的に示したブロック回路図。

【図 2】電池充電装置の動作を説明するためのタイムチャートで、(A) は電池電圧の経時的変化、(B) は充電量の経時的変化を示した図。

【図 3】充電特性を示した図で、(A) は充電量、充電電圧と時間との関係、(B) は充電電流と時間との関係を示した図。

* 30

8

* 【図 4】経年変化による放電劣化特性を示した図。

【図 5】(A)、(B) は 50% 充電時における容量率の経年変化および実使用时间率の変化を示した図。

【図 6】第 2 実施形態における電池充電装置の要部構成を示したブロック図。

【図 7】第 3 実施形態における電池充電装置の要部構成を示したブロック図。

【図 8】第 3 実施形態において充電切り替えによる充電特性を示した図。

【図 9】従来における充電特性を示し、(A) は充電量、充電電圧と時間との関係、(B) は充電電流と時間との関係を示した図。

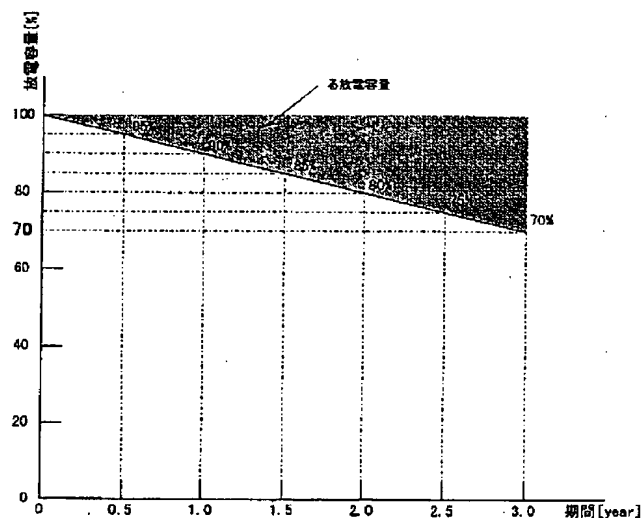
【図 10】従来における定格連続充電時の放電容量劣化特性を示した図。

【図 11】(A)、(B) は従来の 100% 充電時における容量率の経年変化および実使用时间率の変化を示した図。

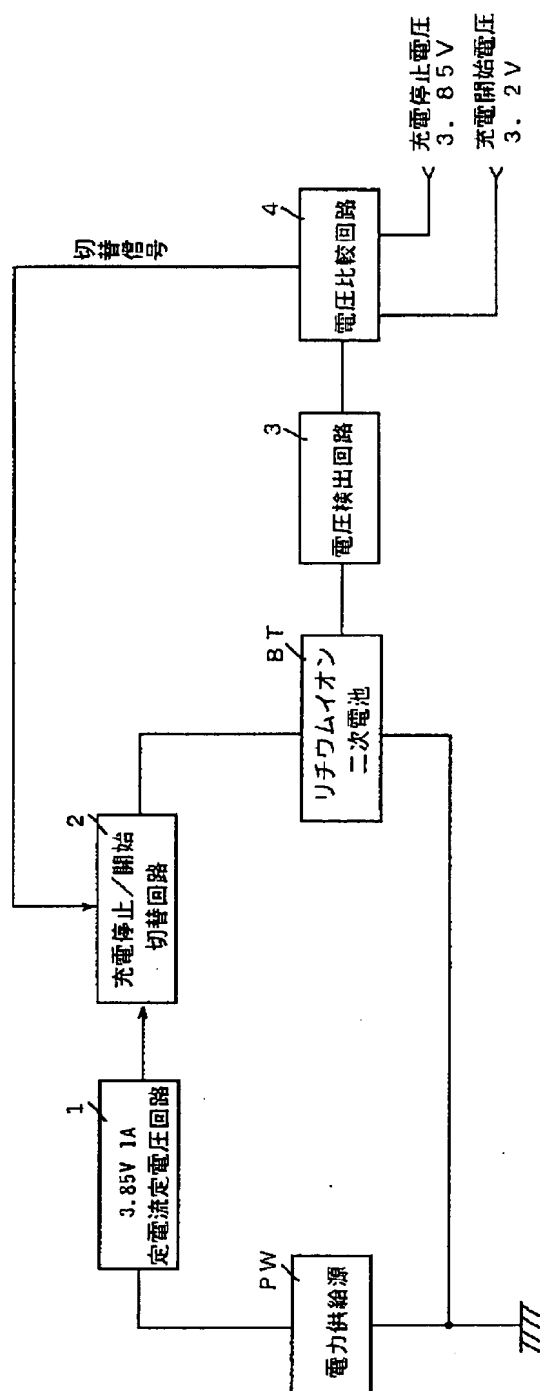
【符号の説明】

- 1 定電流定電圧回路
- 2 充電停止／開始切替回路
- 3 電圧検出回路
- 4 電圧比較回路
- 11 100% 充電用定電流定電圧回路
- 12 50% 充電用定電流定電圧回路
- 13、14 切替スイッチ
- 15 充電電圧切替制御部
- 16 100% 充電開始スイッチ
- PW 電力供給源
- BT リチウムイオン二次電池

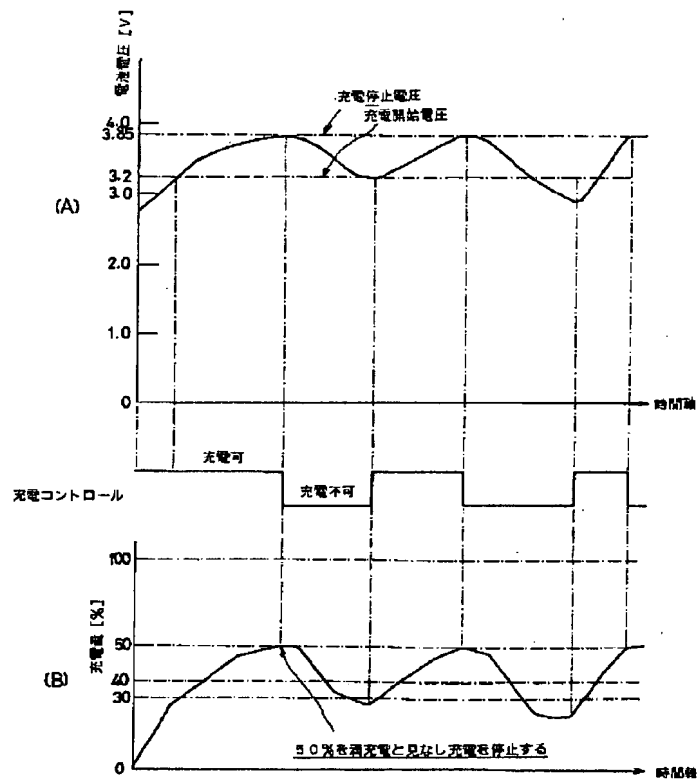
【図 4】



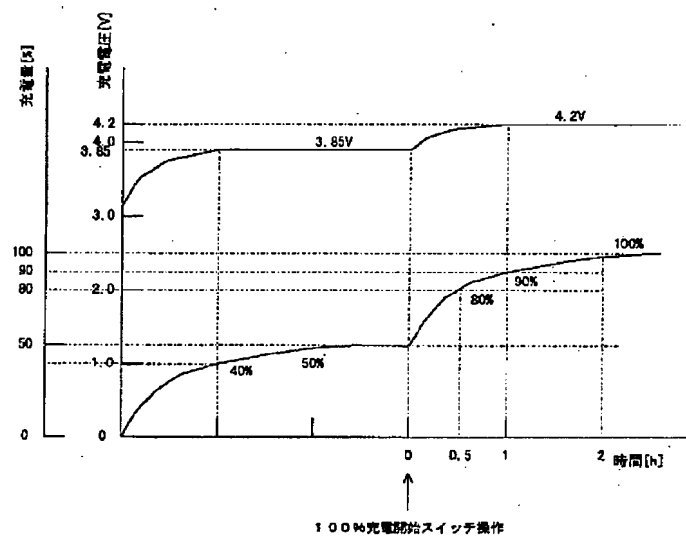
【図 1】



【図 2】

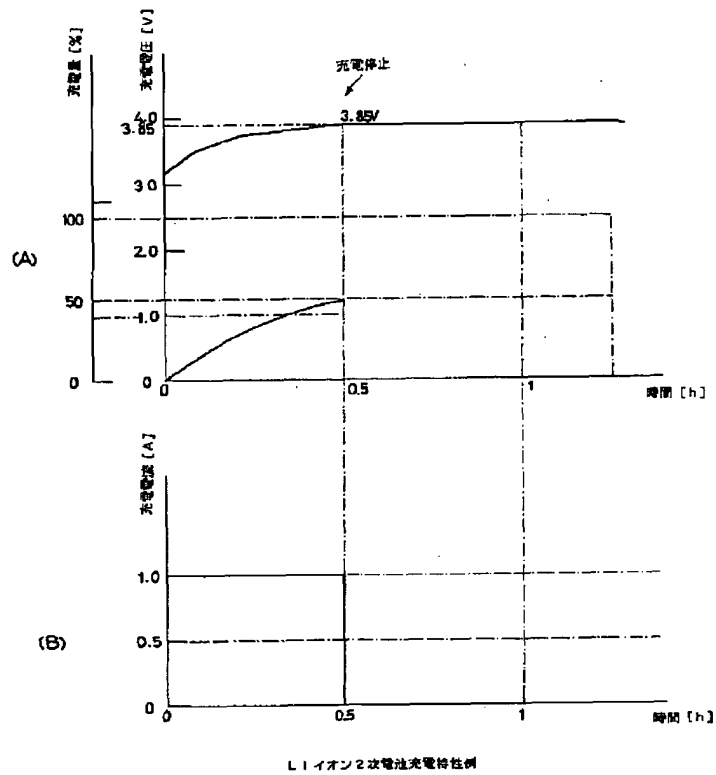


【図 8】

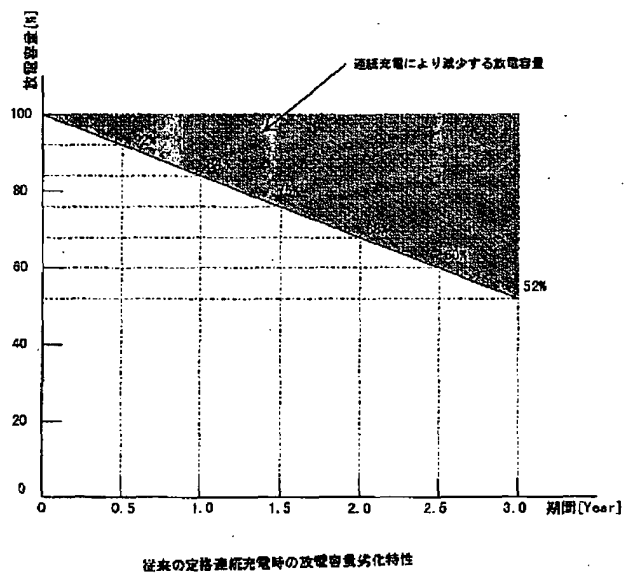


充電切替と充電時間／充電量の関係

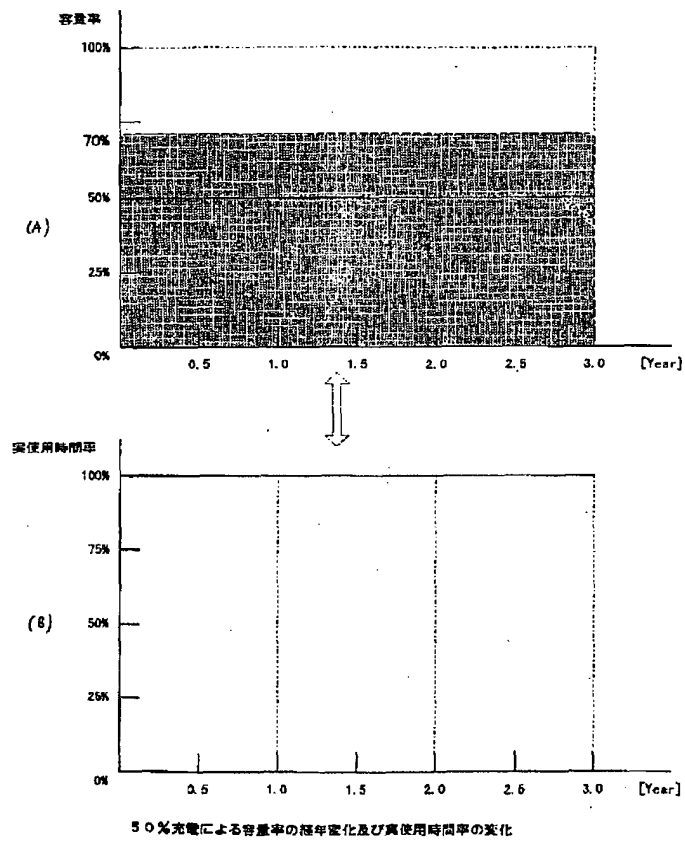
【図3】



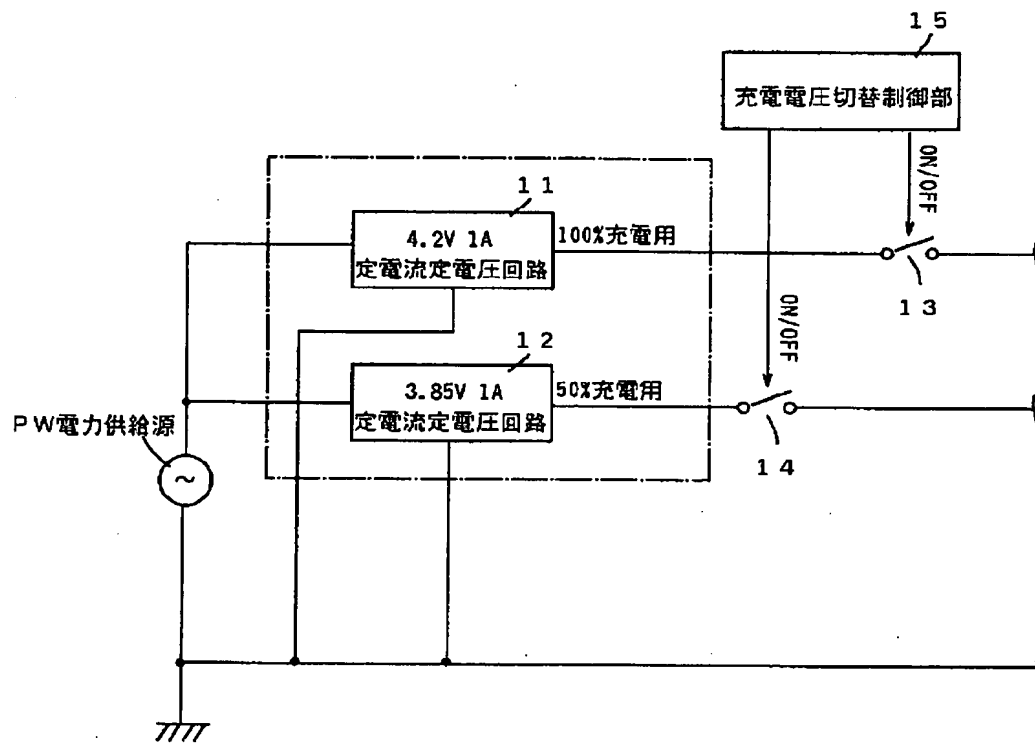
【図10】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

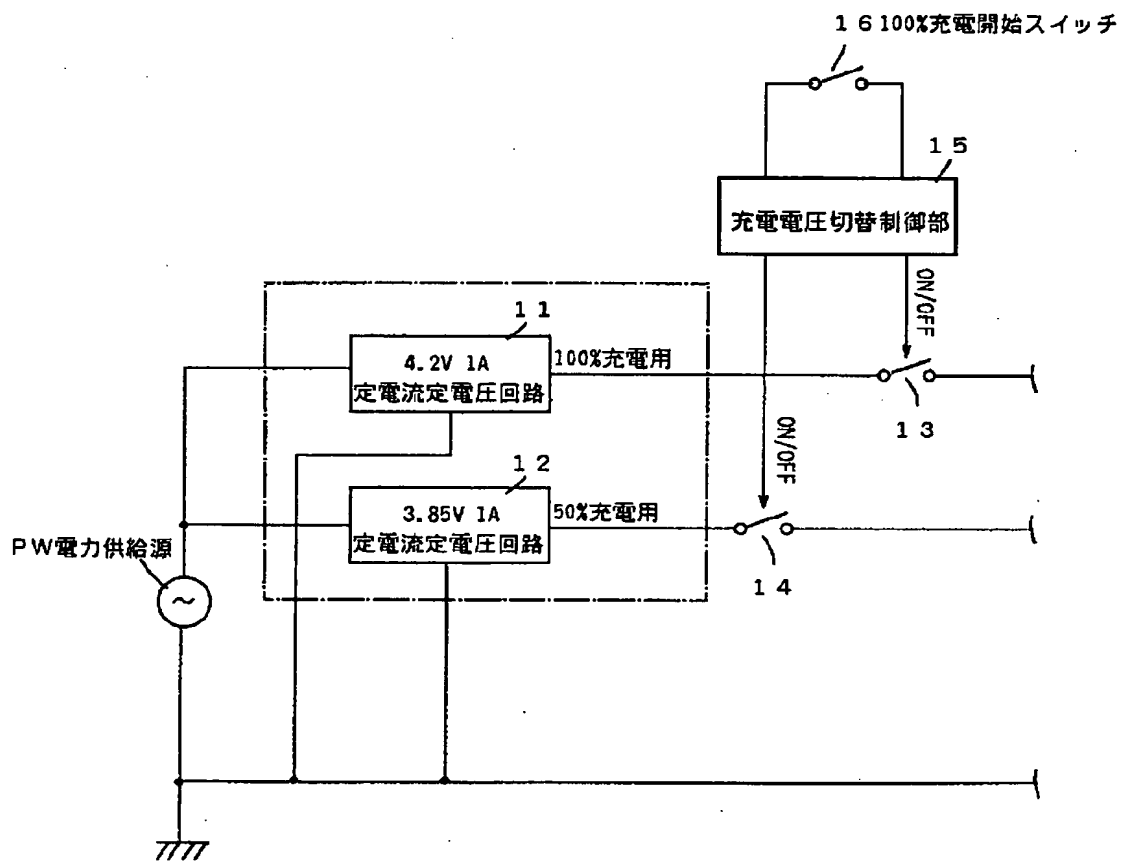


Figure 1 consists of two graphs, (A) and (B), illustrating the charging characteristics of a lithium-ion secondary battery.

Graph (A) shows the charging voltage (充電電圧 [V]) and charging amount (充電量) versus time (時間 [h]). The charging voltage starts at approximately 3.0 V and rises to a plateau of 4.2 V. The charging amount starts at 0 and increases linearly to 80% (2.0 Ah) at 1 hour, then continues to rise more slowly, reaching approximately 100% (2.5 Ah) at 2 hours. The graph is labeled "充電電圧" (Charging Voltage) and "充電量" (Charging Amount). A note indicates: "充電電圧 4.2V" and "充電量 約2.5Ahで充電完了 (4.2V, 1A充電の場合)" (Charging completed at approximately 2.5 Ah (4.2V, 1A charging case)).

Graph (B) shows the discharge current (放電電流 [A]) versus time (時間 [h]). The discharge current starts at 1.0 A and remains constant until 1 hour, then decreases rapidly to approximately 0.1 A at 2 hours. The graph is labeled "放電電流" (Discharge Current).

The caption for Figure 1 is: "図1 リー-ion二次電池の充電特性例" (Figure 1: Example of charging characteristics of a lithium-ion secondary battery).

【図 1 1】

